



# BEVINGAT

Flygtekniska Föreningens tidskrift Nr 4/2014

Redaktör: Ulf Olsson (ulf.olsson.thn@gmail.com)



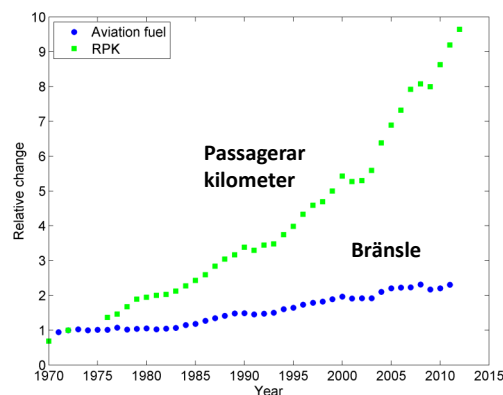
## Ny doktor studerar flygets miljöproblem.



*Linda Larsson presenterade sin doktorsavhandling på Chalmers den 9 maj. Hon tror att nya motorer kan minska flygplans bränsleförbrukning med 15 procent.*

Lindas avhandling handlar om hur man ska kunna minska flygets miljöproblem. Under ett dygn finns cirka 100.000 flygningar i luften över hela världen. Nordamerika har mest trafik med 35 procent, följt av Europa och Asien med 25 procent vardera. Latinamerika ligger på 10 procent och Afrika och Oceanien på bara 5 procent. Flygtrafiken fördubblas vart femtonde år. 2030 skulle det innebära en fördubbling av det nuvarande antalet årliga flygningar från 100.000 till 200.000.

Effektivare flygplan har gjort att bränsleförbrukningen inte alls ökat i samma takt som trafiken, se bilden till höger från Lindas avhandling. Det sker dock en ökning och flygmotorer producerar utsläpp som liknar andra utsläpp från förbränning av fossila bränslen. Det behövs ny teknik för att hålla nere utsläppen och i sin avhandling visar Linda att nya motorer kan minska bränsleförbrukningen med 15 %.



### Innehåll

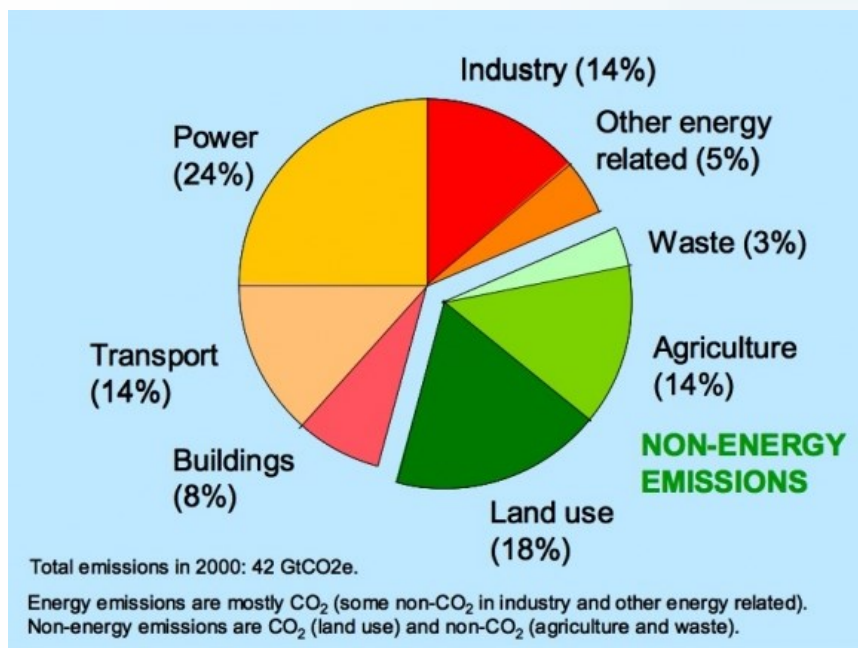
Linda Larsson doktor .....	1
Flyget och miljön .....	2
Nya motorer .....	3
EU:s forskning .....	4
Motorutveckling.....	5
Så flyger vi 2050 .....	6
Små hål minskar motstånd.....	7
Nya former på flygplan.....	8
Notiser .....	9
Isaac Newton.....	17
Candy och lejonet.....	19

### Bra att veta Utsläpp av koldioxid

Land och jordbruk	32%
Energi	29%
Industri	14%
Övrig transport	12%
Byggnader	8%
Avfall	3%
Flyg	2%

## Flyget och miljön.

*Flygplan bidrar med cirka 3 % av klimatpåverkan.*



*Diagram från Sternrapporten 2006*

En omfattande utvärdering av luftfartens bidrag till de globala atmosfäriska problemen finns i den särskilda rapporten om luftfart och den globala atmosfären, som utarbetades av den mellanstatliga klimatpanelen (IPCC) och publicerades 1999. En uppdatering publicerades 2007.

Flygplanen släpper ut gaser och partiklar som ändrar atmosfärens koncentration av växthusgaser, utlöser bildandet av kondensstrimmor och kan öka cirrusmolns grumlighet. Allt detta bidrar till klimatförändringarna. Den viktigaste av dessa är den så kallade växthuseffekten. Föroreningar lägger sig som ett tak över atmosfären och hindrar solvärmen från att stråla tillbaka ut i rymden. **IPCC beräknar att flygplanen bidrar med cirka 3 procent av den totala blockeringen av återstrålningen.** Detta innehåller inte effekterna av eventuella förändringar i cirrusmoln, som är svår att beräkna, och kommer att växa med den ökande trafiken.

Rapporten erkände att effekterna av vissa typer av utsläpp från flygplan är välkända, visade att effekterna av andra inte är det, och identifierade ett antal nyckelområden, där vetenskaplig osäkerhet begränsar förmågan att projicera effekterna av luftfart på klimatet och ozonlagret.

CO<sub>2</sub> utsläppen från luftfarten är ca 2% av de globala utsläppen varav alla transporter upptar 14 %, se bild ovan, från Sternrapporten, den uppmärksammade rapport som skrevs av den brittiske ekonomen Nicholas Stern på uppdrag av den brittiske finansministern Gordon Brown 2006.

I den allmänna debatten kan man ibland få den uppfattningen att flyget är den största förstöraren av miljön. **Men även om man lade ner hela flyget så skulle man alltså bara kapa tre centimeter på en meterstock.**

Trots detta måste flyget naturligtvis bidra till den minskning av utsläppen i luften som med säkerhet är nödvändig. Detta beror framförallt på att flyget ökar snabbare än andra trafikslag. Antalet kilometer som vi reser med flyg har i genomsnitt ökat med 5,8 procent per år, och bränsleförsäljningen har ökat med 2,2 procent per år under de senaste 40 åren. Det finns också ett starkt samband mellan flygande och ekonomisk utveckling. Kina köper nu lika många flygplan som resten av världen tillsammans, Indien kommer snart att följa efter. Det behövs därför nya tekniska lösningar för att flyget ska minska sin klimatpåverkan och Lindas avhandling visar på några sådana.

## Nya motorer kan minska flygplans bränsleförbrukning med 15 %.



*Linda Larsson, industridoktorand på GKN Aerospace och Chalmers har studerat två lovande flygmotorkoncept, växlad turbofläkt och open rotor..*

-Det här är två koncept där framdrivningsverkningsgraden är hög, det vill säga att energin som kärnmotorn skapar omvandlas på ett effektivt sätt till dragkraft, säger hon.

– Båda koncepten visade sig ha väldigt god potential för att minska bränsleförbrukningen. Vaxlad turbofläkt med upp till 4 procent, och open rotor med upp till 15 procent. Men sen gäller det förstås att utveckla tekniken och få den på plats, säger Linda Larsson.

I en open rotor-motor, se bilden ovan, genereras det mesta av dragkraften av två motroterande propellerrader istället för en innesluten fläkt. Detta möjliggör större motordiametrar, och därmed högre framdrivningsverkningsgrad, utan att för den skull ge ett alltför stort och tungt motorhölje.

Open rotor-konceptet studerades redan på 80-talet efter oljekrisen när bränslepriserna steg, och redan då kunde man visa att det fungerar. Men så sjönk bränslepriserna och teknologin blev mindre intressant. Nu börjar man få upp ögonen för den igen.

– Bränslekostnaden är en av flygbolagens största kostnader, och dessutom finns det ju uppenbara miljöskäl och politiska skäl för att minska bränsleförbrukning och utsläpp. Det pågår en hel del forskning kring open rotor-koncept just nu, och någonstans runt

2030 tror jag att det kan vara på plats, säger Linda Larsson.

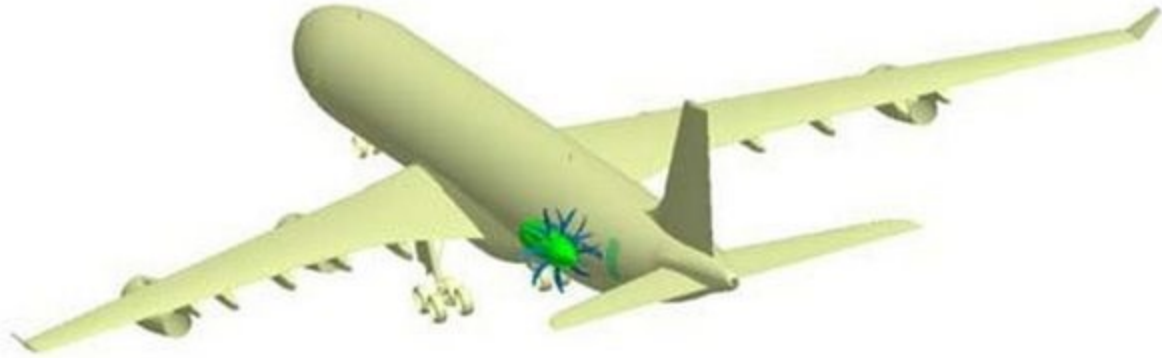
Hennes studie av open rotor-konceptet har gjorts på ett möjligt framtida litet flygplan som flyger kortare sträckor, till exempel mellan Göteborg och Berlin. För att göra dessa beräkningar krävs en metod för att representera propellerprestanda. Sådana modeller finns redan inom industrin, men då för specifika konstruktioner, vilka inte är öppet tillgängliga. Linda Larsson har istället tagit fram en metod, som kan användas fritt och brett och som kan skalas om allteftersom mer data blir tillgängliga.

Open rotor-konceptet ligger alltså några år framåt i tiden, men när det gäller växlad turbofläkt är tillämpningarna inte långt borta.

Jag har studerat hur stor potential arkitekturen i sig själv har, och har inte undersökt några specifika modeller från tillverkare, men redan nästa år kommer det finnas flygplan med växlad turbofläkt på marknaden, säger Linda Larsson.

Det som skiljer en växlad turbofläkt från en vanlig turbofläkt är att den stora fläkten fram på motorn går med ett lägre varvtal än turbinen som driver den. Det sitter alltså en växelåda mellan turbinen och fläkten som reducerar varvtalet. Det möjliggör en lättare turbin och högre verkningsgrad.

## Clean sky, EU:s forskning för minskade utsläpp



*SAGE 2 propfan demonstrator planeras för flygprov på en modifierad A340-600.*

Europa, med en stark flygindustri, har satt upp ambitiösa mål för CO<sub>2</sub>-utsläpp och flygbuller genom Europeiska rådgivande forskningskommittén för flygteknik (ACARE), en struktur som samlar offentliga myndigheter, tillverkare, flygbolag, flygplatser och forskningsorganisationer. Målet är 50% minskning av CO<sub>2</sub>-utsläppen med beprövad teknik till år 2020, jämfört med år 2000. Dessutom har man en ny strategisk agenda, som siktar på mycket lägre utsläpp 2050.

För att nå målen beslutade EU och industrin i början av 2008 att starta Clean Sky-programmet. Det bedrivs i offentlig-privat samverkan och har en total finansiering på 1,6 miljarder euro, 50% från EU och 50% från industrin. Det sammanför stora europeiska kunder, flygplanstillverkare och motortillverkare och styrs gemensamt av företagen och Europeiska Kommissionen. Det är ett omfattande program, byggd på grundval av sex gränssnitt med tekniska plattformar; kommersiella flygplan, regionala flygplan, helikoptrar, motorer, system och ekodesign. Industrin identifierar det tekniska

innehållet, med betoning på att genomföra stora demonstratorer för en samlande teknik. Mer än 600 deltagare (SMF, forskningscentra och universitet) deltar i programmet från över 24 europeiska länder. Arkitekter, strukturerare, material, aerodynamik, framdrivnings, avionik, alla dessa discipliner behövs för att minska bränsleförbrukningen och därmed CO<sub>2</sub>-utsläppen. Det behövs ett tvärvetenskapligt angreppssätt, framför allt i det skede när integrering i fullskaliga demonstratorer skall göras.

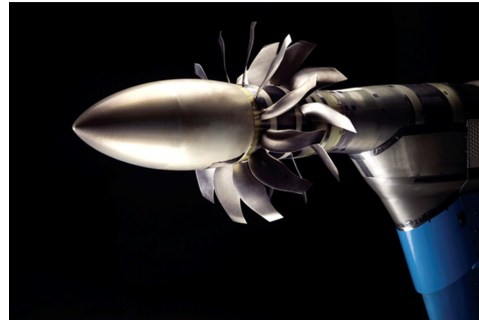
Idag har Clean Sky 1 nått ungefär tre fjärdedelar av vägen. De flesta av demonstratorerna har provats på marken eller under flygning. En uppföljare har just lanserats: "Clean Sky 2", vilket är mer än dubbelt så stort. Det nya programmet har en total budget på cirka 4 miljarder euro, som kommer att förlängas till 2024. Det innebär att Clean Sky omfattar nästan 85% av värdet av all luftfartsforskning inom EU. Flygforskningen är kanske det område där den europeiska samverkan har nått längst. Det visar vilken vikt man lägger vid detta..

## Utveckling av de nya motorerna pågår på flera håll

Källa: Aviation Week & Space Technology

Försäljningen av jetmotorer i nästa årtionde kommer att uppgå till 500 miljarder dollar enligt branschanalytikern Teal Group. Alla de stora tillverkarna är engagerade i att ta fram nya miljövänliga motorer.

Studier har visat att open rotor är en av de bästa kandidaterna för låg bränsleförbrukning och låga utsläpp. Inom EU:s Clean Sky 1 har det franska företaget Snecma utvecklat en open rotor demonstrator, som kommer att provas i slutet av 2015. Airbus arbetar samtidigt med motor-flygkropp integration, alternativa konfigurationer och certifieringsfrågor. Målet är att genomföra en open rotor flygning inom ramen för det europeiska Clean Sky 2-programmet.



Flygprov av Snecmas demonstratormotor monterad på akterflygkroppen av en Airbus A340-600 planerades inom Clean Sky 2017. Men förseningar har skjutit upp flygningen till Clean Sky 2 och målen har modifierats för att fokusera mer på motor-flygkropp integration och certifieringsfrågor. Man planerar nu att flyga med en A340-300, men det kan ändras under Airbus fortsatta studier.

Nyckeln till lönsamhet kommer att vara den viktökning, som krävs för att skydda flygplanet från skador orsakade av en eventuell rotorsprängning eller ett lossnat blad. En turbofläkt kan innehålla ett släppt blad, men en öppen rotor kräver avskärmning av skrov och system. Airbus beräknar att en öppen rotormotor monterade på bakkroppen kräver en avskärmning av den bakre flygkroppen och stjärten som lägger ca 0,5 ton till flygplanets vikt.



CFM International och Pratt & Whitney bygger samtidigt motorer avsedda att sänka bränsleförbrukningen med 15 procent, även om de tar olika vägar för att komma dit. CFM, ett gemensamt partnerskap för General Electric (GE) och franska rymdföretaget Safran (SAF:FP), säger att det planerar att sälja mer än 8 miljarder dollar av sin nya motor, Leap. Leap teknologin utvecklades främst på GE:s globala forskningscentrum i upstate New York. GE har använt 20 år för att utveckla en kolkomposit som används i motorns fläktblad. De kan väga en tredjedel mindre än konventionella blad av aluminium. Man gjuter in en väv av flexibel kolfiber i epoxiharts och får ett material lika hållbart som metall. Andra delar av motorn använder material med låg vikt och värmemotstånd av keramik. Tredimensionell utskrift har gjort det möjligt för GE att skapa tyngre bitar i ett enda stycke.

Pratts nya motor PW1000G, är baserad på den bakvända idén, att öka effektiviteten genom att snurra fläktbladen långsammare. De

två huvuddelarna av varje jetmotor är fläkten, som blåser luft genom motorn, och turbinen, som drar runt fläkten. De är normalt kopplade till samma axel. Turbiner producerar mer effekt när de går med hög fart, men fläkten har mer motstånd när den snurrar snabbare. I Pratts nya motorer kan de två komponenterna röra sig självständigt, vilket ökar effektiviteten.

Rolls-Royce fokuserar på utveckling av Trent XWB för Airbus A350 och nästa version av Trent 1000 för Boeing 787. Företaget har också visat sin strategiska plan för en ny generation av turbofläktar för 2020 och framåt. Den ambitiösa planen centreras kring en utveckling av Rolls framgångsrika tre-axel arkitektur. Man håller också dörren på glänt för potentiella open rotor derivat. Den första motorn kommer att testas i inledande demonstrator form 2015 och beräknas komma i tjänst från och med 2020 och framåt.

## Inte bara motorer. Så flyger vi 2050 enligt Airbus.



Men mer miljövänliga flygplan handlar inte bara om motorer. I ett dokument kallat "The Future by Airbus" skissar den europeiska flygplanstillverkaren på hur flyget kommer att se ut kring år 2050. Förutom själva flygplanen i sig riktar Airbus in sig på vad som händer omkring planen såväl på marken som i luften.

### Helelektronisk cockpit

Airbus har sökt patent på en cockpit, som är helt fönsterlös och kan placeras var som helst i planet. Piloterna ska styra planet via stora elektroniska skärmar med extremt bra upplösning och känsliga kameror till hjälp. Deras synfält ska därmed avsevärt förbättras jämfört med den traditionella cockpitens fönsterrutor. Det finns också flera andra fördelar med en fönsterlös cockpit. De stora cockpitrutorna, och framför allt den kraftiga förstärkningen runt omkring, leder inte bara till viktökning utan försämrar också den aerodynamiska utformningen. Cockpiten skulle också kunna flyttas till ett utrymme som i dagens flygplansmodeller varken upptas av passagerare eller frakt. Det skulle exempelvis kunna röra sig om den nedre delen av planets stjärtparti.

### Start med markslunga

Flygplanen använder kolossala mängder energi för att ta sig upp i luften med dagens startmetoder. Det är den i särklass mest bränsleslukande delen av flygningen. Airbus ingenjörer vill finna en slags markbaserad konstruktion med kapacitet att "slunga" i väg ett flygplan. Det skulle dels göra planen lättare, dels förkorta startbanan. En annan fördel är att plan med hjälp av en sådan konstruktion snabbare skulle nå rätt marschhöjd.

### Glidlandning.

Glidlandningar är en metod som delvis testas redan i dag där planen glider in för landning för att spara både bränsle och minska utsläpp. Med förfinad flygledarkontroll kan metoden utvecklas i mycket större skala.

### Bättre service på marken.

Markservicen skulle kunna utvecklas för att minska bränsleförbrukningen på marken. Fjärrstyrda fordon skulle snabbare kunna ta emot flygplan för att taxa in dessa till gate, det vill säga en vidareutveckling av de mindre fordon som redan är i bruk.

### Biobränsle

Dagens flygbränsle framställs från fossil olja som pumpas upp ur marken. Men oljan kan komma att ta slut eller åtminstone bli allt dyrare att ta fram. Rent väte, som är det mest energirika bränslet, är svårt att framställa och lagra och kräver tankar med stor volym. Biobränsle framställt från växter ses därför allt mer som framtidens energikälla för världens flygplansflotta och prov pågår runt om i världen. Man skulle komma bort från oljeberoendet och eftersom växterna på sikt tar upp den koldioxid som bildas vid förbränningen är det också mer miljövänligt. Försök har redan gjorts med att använda gammal pommes frites-olja för att framställa flygbränsle. En del experter varnar dock för att det skulle innebära stigande matpriser runt om i världen om bränslet skulle framställas från grödor.

### Flyga som gäss

Den kanske mest intressanta och tankeväckande visionen i Airbus dokument är att flygplan skulle flyga i formation ungefär som ett gåssträck. Eftersom fåglar tydligen spar energi genom att flyga på det viset så skulle flygplan också kunna göra det. I ett exempel skildras hur flygplan, som lyfter från Los Angeles, San Francisco och Las Vegas på den amerikanska västkusten möts någonstans över Utah och sedan flyger vidare i formation till den amerikanska östkusten. Även detta ställer förstås stora krav på förfinad flygledarkontroll.

Källa Aftonbladet

## Små hål minskar motståndet på flygplan

För att minska bränsleförbrukningen är det också viktigt att minska luftmotståndet på flygplan. Laminärt flöde inträffar när när luft flyter smidigt över en yta. Tänk på vatten, som flyter runt en stor, slät klippa. Vattnet rinner lätt men om klippan är ojämn eller vattnet flyter tillräckligt snabbt, bildas virvlar, turbulens. Samma sak händer i mikroskala när ett flygplan rör sig genom luften, och det turbulenta flödet ökar motståndet. Ökat motstånd leder till ökad bränsleförbrukning.

Utmaningen är att ett jämnt laminärt flöde är svårt att upprätthålla över hela ytan av en ving eller en stjärt. När luften strömmar förbi framkanten blir den mer turbulent, separerar från ytan och ökar motståndet.

Boeing vill minska bränsleförbrukningen på 777 X genom små hål i planets stjärt. De tre fenorna (en vertikal och två horisontella stabilisatorer) skapar ett stort motstånd på grund av turbulens över sina relativt tjocka ytor. Man vill nu ta in luft i framkanten av dessa tre fenor och blåsa ut på baksidan för att hjälpa luft att flyta smidigt runt fenorna.

Hålen upprätthåller laminärt luftflöde över stjärten, vilket minskar motståndet på planet. Ett system har provats av Boeing och NASA i en NASA wind tunnel. Om det lyckas kan det leda till bränslebesparingar på 1-2 procent, Airbus har också undersökt hur sådana hål kan öka effektiviteten.

Hålen fylls tyvärr lätt med döda insekter om de inte rengörs regelbundet. En av hemligheterna med att genomföra idén i praktiken är hur man rengör ytan. Det är ungefär som att rengöra en bils vindruta efter en sommarkväll på motorvägen.

Att hitta ett sätt att göra detta är en utmaning, med tanke på den korta tid som flygplanet tillbringar på marken mellan flygningar. Boeing anser sig ha gjort ett genombrott genom att utforma det laminära flödessystemet, som bygger på tusentals små hål, så att orenlighet kan rensas bort och inte täppa till systemet.

Den nya tekniken är inriktad på den vertikala stabilisatorn av 787-9 och 787-10. Det kommer också att användas på två 777X modeller.

Läs mera om detta på [Wired](#).



*Garntofsar fästs på stjärten av en Boeing 757 i en NASA Ames vindtunnel för att visa strömningen över stjärten.*

*Photo: NASA Ames Research Center*

## Lockheed studerar nya transportplan med 90 % mindre bränsle.

Man kan också ändra formen på flygplan för att minska motståndet. Som flygplan nu är utförda så ger kroppen stort motstånd men lite lyftkraft. Detta kan åtgärdas genom att breda ut kroppen som en del av vingarna, så kallade "blended body".

Det amerikanska flygvapnet försöker minska bränslekostnaden för transportflyget, som förbrukar två tredjedelar av flygbränslet varje år. Även om formationsflygning, winglets och andra metoder kan minska bränsleförbrukningen för befintliga flygplan, så kommer de inte att ge de besparingar man behöver på lång sikt. Det nuvarande C-17 planeras att tas ur drift 2033 och arbetet med nästa strategiska airlifter har nu börjat. Resultaten av studierna kommer säkert att påverka utformningen av framtida civila

flygplan.

Målet är att använda 90% mindre bränsle. Lockheed Martin har studerat en mängd olika konfigurationer och tekniker på jakt efter målet. Där ingår en hybrid vinge-kropp (HWB), som kombinerar en blended wing (BWB) och framkropp för aerodynamisk och strukturell effektivitet med en konventionell bakkropp. Lockheed uppskattar att flygplanet är 65% mer aerodynamiskt effektivt (lyftkraft/motstånd) än C-17 med dess 1980-talsdesign och 30% effektivare än en C-5. Man säger att det till och med kunna uppnå en aerodynamisk effektivitet 5% bättre än Boeing 787, om än på ett lägre maktal.



Den konventionella bakkroppen på det föreslagna HWB-planet är 5% mindre effektiv än en ren BWB, men ger robust styrning och undviker kostnaden och risken för att utveckla ny styrning för att hantera den plötsliga förskjutningen av tyngdpunkten vid luftlandsättning av tunga laster.

En ovanlig aspekt av HWB-konstruktionen är att den blandade framkroppen innesluter en circular, trycksatt flygplanskropp. Resultatet är en kropp som är mindre och lättare än hos C-5 trots liknande lastkapacitet. Lockheed beräknar att HWB strukturen är 18% lättare än en konventionell konstruktion.

Ett annat okonventionellt element är platsen för motorn ovanför vingens bakkant. Lockheed studerade motorer monterade i flera lägen- under och över vingens framkant, över bakkanten och på akterflygkroppen-och har gjort mer än 15.000 Navier-Stokes CFD-lösningar. Resultaten visade att montering av motorgondoler över bakkanten förbättrade lyft-till-motstånd-förhållandet, oavsett motortyp med upp till 5% över en konventionell placering under vingen.

Analyserna visade att över-ving installation ger andra fördelar. Den långa vingens korda framför motorn fungerar som en strömningsuträtare och reducerar inloppsdistorsionen och skyddar för fläktljud mot marken. Inloppsflödet ger också en stor

sugkraft på vingen.

En konventionell detalj är att vingarna har winglets, uppåtböjda spetsar, för att minska luftmotståndet. Under flygningen, strömmar luft upp över vingspetsen och snurrar ut i en virvel. Dessa virvlar producerar vad som kallas inducerat motstånd och är kraftfulla nog för att störa flygplan som flyger för nära varandra. Det är en orsak till det noggranna avstånd, som måste hållas mellan flygplan vid start och i luften. Winglets har visat sig minska luftmotståndet mellan 2 och 7%. Flygplanet stiger också snabbare och under flygningen kan motorn gå på lägre effekt vilket sparar bränsle.

Tre olika motorer har studerats. General Electrics GENx är tillgängliga idag och ger en 25% minskning av specifik bränsleförbrukning (sfc, bränsleförbrukning per dragkraft) över C-17 och C-5M motorer. Rolls-Royce konceptuella Ultra Fan har en 30% lägre sfc och kan vara tillgänglig år 2030. Tredje alternativet är en GE open rotor som kan bli tillgänglig efter 2025 med en 35% lägre sfc. I kombination med den förbättrade aerodynamiska effektiviteten och lägre vikt skulle en HWB använda 70% mindre bränsle än en C-17 med GENx-motorer, 75% mindre med Ultra Fan och 80% mindre med öppna rotorerna, beräknar Lockheed.

Läs mera på [Aviation Week](#).



## Flygande tefat och lägre överljudsbangar



### 24 juni Lägre överljudsbang

[Mail Online \(UK\)](#) rapporterar att Nasa arbetar för att definiera en ny standard för låga ljudbangar som skulle klara det nuvarande förbudet mot överljudsflygning över land. Resultaten har presenterats på Aviation 2014, den årliga konferensen för American Institute of Aeronautics and Astronautics i Atlanta.

Flygbuller mäts i upplevd decibelnivå (PLdB). Concorde låg på 105 PLdB. Forskare tror att 75 PLdB skulle vara en acceptabel nivå för obegränsad överljudsflygning över land, men Nasa siktar mer ambitiöst på 70 PLdB eller lägre. På denna nivå, skulle en ljudbang inte vara mer än en hög smäll.

I ett konventionell överljudsflygplan kommer kraftiga stötvågor från framförallt nosen och stjärten. När dessa passerar över någon på marken, stiger lufttrycket kraftigt, avtar och stiger snabbt igen - det är detta som ger den klassiska "dubbel-bangen".

Att omforma flygplanet till en längre, slankare form som glider genom luften är det bästa sättet att skapa stötvågor av lägre, mer jämlik styrka som dämpas när de passerar genom atmosfären. Utsträckning av nosen för att bryta upp stöten i en serie av svagare stötvågor är särskilt effektiv.

### 24 juni Nytt franskt rymdkonsortium

[Aviation Week](#) meddelar att samtidigt som europeiska regeringar närmar sig en deadline i december för att definiera en ny strategi för bärraketerna Ariane, så har två av Europas största flygbolag fått franska regeringens

godkännande för att slå ihop sina raket divisioner. Sammanslagningen av rymdföretagen Airbus Group och Safran SA skall bilda kärnan i ett nytt industrikon-sortium, som kommer att uppgradera Europas befintliga Ariane 5. Det nya företaget skulle kombinera exper-tis hos Airbus Defense and Space (fd Astrium) när det gäller bärraketer och Safran när det gäller motorer genom sina Snecma och Herakles motordivision-er. Tillsammans sysselsätter man 16.000 personer i Frankrike.

### 24 juni Flygande tefat

Enligt [PC World](#) är en tefatsliknande farkost en del av ett NASA-projekt för resor till andra planeter.

Farkosten, som kallas Low-Density Supersonic Decelerator (LDSD), ser ut ungefär som en korsning mellan ett flygande tefat och en stor munk. Den kommer nu att provas för första gången under förhållanden som liknar dem där den är avsedd att fungera.

Den kommer att skickas upp med en höghöjds heliumballong till cirka 120.000 meter, vilket är mer än tre gånger så högt som kommersiella flygplan flyger. Väl där kommer den att lämna ballongen, och om allt går enligt planerna, kommer fyra raketmotorer att starta och gyroskopiskt stabilisera tefatet.

Sedan kommer en raketmotor att skicka den ännu högre, till kanten av stratosfären. Ingenjörer förväntar sig att nå Mach 4 (fyra gånger ljudets hastighet) när det kommer till 180.000 meter. Målet är att få till en höjd och hastighet som simulerar den typ av miljö den skulle stöta på vid flygning i Mars atmosfär.

## Jätteplan och robonauter

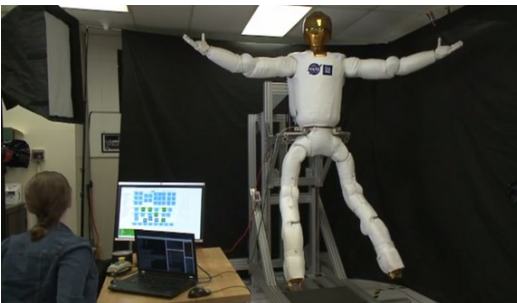
### 26 juni Framtidens transportplan?



[Discovery News](#) skriver att den Barcelona-baserade designern Oscar Viñals konstruerat ett flygplan, som kan rymma ett Airbus A350 passagerarflygplan inom sig. Genom att använda spjutspetsteknik som keramik, fibrer och kolnanorör skulle hans flygplan GIGAbay vara mycket mer energieffektivt än mindre fraktflyg, förbruka mindre bränsle och samtidigt bära mer vikt.

Hybrid elmotorer skulle innebära färre farliga utsläpp och mindre buller. Motorerna är konstruerade för att rotera upp till 45 grader vertikalt, vilket skulle minska längden på banan som krävs för starter och landningar. Smarta material och sensorer skulle anpassa det interna lufttrycket till farten vilket ytterligare sägs öka effektiviteten. Ombord skulle finnas alternativa energisystem - sol- och vindkraft plus vätgas-bränsleceller. GIGAbay skulle faktiskt generera och lagra sin egen energi under flygning. När den landar, kan den förvandlas till ett mobilt kraftverk, vattenreningsverk eller till och med ett tre våningars, självgående sjukhus.

### 29 juni NASAs robonaut med ny teknik.



[SPACE](#) rapporterar att NASA:s Robonaut 2, som anlände till rymdstationen ISS under 2011, har människo-

liknande armar och händer som kan utföra enkla uppgifter som att slå till strömbrytare och gripa föremål. Roboten var ursprungligen avsedd att utföra arbete utanför stationen, eventuellt minska antalet tidsödande och ansträngande rymdpromenader som krävs av astronauter. Men tekniken har utvecklats under Robonaut programmet och håller på att införas i flera spinoffs som har tillämpning både i rymden och på jorden, enligt NASA.

### 30 juni Indien skickar upp fem satelliter

Enligt [Press Trust of India](#) har Indien idag framgångsrikt skickat upp fem utländska satelliter från fyra länder ombord på en PSLV-C23 raket som placerade dem i omloppsbanan, en bedrift som beskrivs av premiärminister Narendra Modi som ett "godkännande" av landets rymdkapacitet. ISRO har hittills sänt upp 35 satelliter från 19 länder runt om i världen - Algeriet, Argentina, Österrike, Belgien, Kanada, Danmark, Frankrike, Tyskland, Indonesien, Israel, Italien, Japan, Korea, Luxemburg, Singapore, Schweiz, Nederländerna, Turkiet och Storbritannien, vilket gett en stor summa till landet i utländsk valuta.

### 2 juli Ryssland vill utveckla supertung raket.

Ryssland är på gång att utforma en supertung bärraket som kan skicka rymdfarkoster på uppdrag till månen och Mars, enligt den ryska federala rymdorganisationen, Roscosmos. Lastkapaciteten på deras nuvarande tunga raket Angara-5, som är under utveckling, är 25 ton maxlast till låg bana, vilket inte är tillräckligt för att resa till månen eller till Mars, sade direktören för rymdorganisationen och tillade att Ryssland har förmågan att skapa supertunga raketer liksom USA och Kina, det vill säga för laster mellan 120 och 190 ton. En lämplig plats för sådana raketuppskjutningar är Vostochny Bajkonur i Amur-regionen i Fjärran Östern. Lev Zelyony, chef för Space Research Institute i den ryska vetenskapsakademien, meddelade i december att Ryssland hade satt upp ambitiösa mål för att återta titeln som den främsta rymdmakten.

## Magnetiska fallskärmar och nya ryska raketer

### 3 juli Magnetisk fallskärm



[New Scientist](#) rapporterar att NASA finansierat två företag, MSNW and Altius Space Machines, för att prova en ny teknik kallad "magnetoshell aerocapture".

"Skärmarna" gjorda av plasma instängda i ett magnetfält kan hjälpa rymdsonder att glida säkert tillbaka till jorden. Medan jordens magnetosfär skyddar den från solstrålning, skulle en liknande bubbla runt en rymdfarkost skapa motstånd och sakta ner den. Om ett prov nästa år lyckas, kan tekniken hjälpa framtida sonder att landa tunga laster på Mars eller föra tillbaka människor från uppdrag till rymden.

En satellit ska levereras till den internationella rymdstationen 2015. Satelliten kommer att bära en kopparspiral, som drivs av ett litiumjonbatteri, som genererar ett magnetfält runt sonden. Den kommer sedan att försöka att komma in jordens atmosfär utan att brinna upp. När den går ned, kommer rymdfarkosten att mata ut en liten mängd plasma. Detta fastnar i magnetfältet och skapar en skyddande bubbla, som stoppar luftmolekyler att kollidera med strukturen och producera värme.

De luftmolekyler, som strömmar in i plasmabubblan och absorberar elektroner från den, blir joniserad. Den nyligen joniserad luften blir infångad i det magnetiska fältet, och farkosten kommer så säga att dra en bit av atmosfären med sig, vilket effektivt skapar en fallskärm av gas.

### 9 juli Ryssland skickar upp nya Angara-raketen

Enligt [BBC News](#) har Ryssland sänt upp sin helt nya Angara raket på dess jungfruflyg från norra Plesetsk Bajkonur. Den första flygningen hade upprepade gånger försenats. Test flygning utfördes med en dummy last och var inte avsedd att nå omloppshöjd. Raketen har ett centralsteg, som bränner fotogen och flytande syre. Denna "universella raketmodul" kan sedan kompletteras med ytterligare boosters för extra kraft och olika utformningar av övre steget för att placera satelliter på sina rätta höjder.



Onsdagens testversion använde den enklaste konfigurationen - Angara-1. När den är i drift, kommer den att kunna lyfta upp till fyra ton nyttolast i en låg bana runt jorden - den typ av bana som används av jordresurssatelliter.

Andra varianter är planerade, bland annat en tung version betecknad Angara-5, se ovan 2 juli.

Denna bör vara i stånd att lyfta upp till 7,5 ton till de geostationära banor, som används av telekom-satelliter upp till 36.000 km ovanför ekvatorn.

Ryssland vill använda Angara familjen både från Plesetsk och Vostochny Cosmodrome, som för närvarande byggs i Amur Oblast, i ryska Fjärran Östern.

De nya raketerna kommer att tillåta landet att fasa ut en svit av äldre raketer, inklusive den tunga Proton bärraketen. Denna har haft en försämrad tillförlitlighet den senaste tiden.

## Venus express, delbara flygplan och flygplan som ersätter satelliter

### 10 juli Delbart flygplan



Det engelska flygföretaget BAE Systems har publicerat en YouTube-video av "Transformer", ett sofistikerat koncept plan, som är gjort av tre separata mindre plan, som kan dela sig för att snabbt anpassa sig till varje scenario. Fram till delningen flyger de tillsammans som ett plan, vilket sparar bränsle genom att minska friktionen.

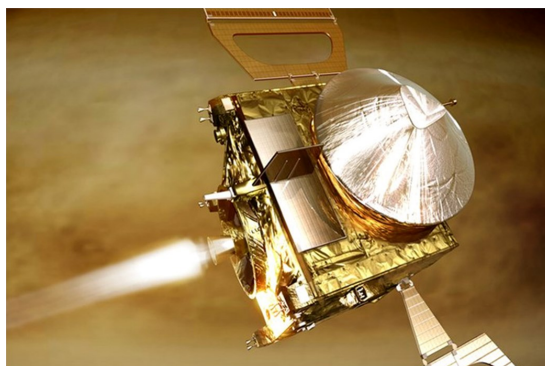
### 14 juli Airbus lanserar höghöjds flygplan



Zephyr är en så kallad High Altitude Pseudo-satellit (HAPS). Den körs enbart på solenergi och kan flyga på höga höjder över vädret och över den konventionella flygtrafiken. Den fyller ett kapacitetsgap mellan satelliter och obemannade farkoster. Den kan täcka ett specifikt geografiskt område (som kan vara hundratals kilometer brett) samtidigt som den kan ge satellitliknande kommunikation och ISR (Intelligence, Surveillance & Reconnaissance) tjänster över långa perioder utan avbrott.

[Airbus Defence and Space](#) har nu officiellt meddelat att man har lanserat Zephyr 8 programmet för att utveckla nästa generation av Zephyr-systemet och bjuder in potentiella kunder och partners för att vidta gemensamma demonstrationsflygningar av deras nyttolaster och applikationer.

### 14 juli ESAs Venus Express.



Den europeiska rymdorganisationens rymdfarkost, som har kretsar runt vår molntäckta grannplanet sedan 2006, har nyligen utfört ett riskfyllt - men framgångsrikt - luftbromsnings dopp i Venus övre atmosfär. Efter det att dess vetenskapliga uppdrag avslutades den 15 maj har Venus Express 'bana tillåtit att sjunka, vilket fört rymdfarkosten så nära som 129 km ovanför planetens gaspysande, tryckkokande yta. Under sin ankomst mätte Venus Express en tusenfaldig ökning av atmosfärens täthet från 160 ner till 130 km i höjd, samt en uppvärmning på över 100 grader Celsius. Ytterligare variationer i hastigheten mättes mellan planetens dag och natt sida. De data som samlats in av Venus Express kommer att användas för att hjälpa till att planera framtida prospekteringsuppdrag. När dess bränslereserver tar slut kommer Venus Express, efter mer än åtta år att börja sitt gradvisa men oundvikliga fall ner i planetens brännande och korrosiva atmosfär.

## Rymdflygplan, Rosetta, nedskjutning och Marsplaner



### 15 juli Boeing skall bygga rymdflygplan.

[Popular Mechanics](#) rapporterar att den amerikanska militära forskningsorganisationen DARPA hoppas att dramatiskt minska kostnaderna för uppskjutningar av satelliter genom att bygga ett återanvändbart rymdflygplan och de har tagit Boeing till hjälp. XS-1-programmet hoppas kunna skapa ett helt återanvändbart obemannat flygplan, som kan skicka upp små satelliter i omloppsbana. Boeing hoppas kunna producera ett flygplan som kommer att kunna flyga tio gånger om dagen, uppnå hastigheter över Mach 10 och minska kostnaderna för rymdflygresor från hundratals miljoner dollar per uppskjutning till mindre än 5 miljoner.

### 15 juli Rosettas mål är två.

Europas Rosetta-sond har tagit några sensationella nya bilder av kometen den jagar genom rymden. Bilderna visar att kometen med det besvärliga namnet 67P/Churyumov-Gerasimenko verkar vara inte en men två sammanfogade delar. Det är vad forskarna kallar en "kontakt binär".

Hur kometen kom att ta denna form är okänt. Det är möjligt att 67P brutits sönder någon gång i sitt förflutna men det är också möjligt att de två delarna har helt olika ursprung.

Vad som är klart är att den europeiska rymdorganisationen (ESA) nu står inför ytterligare och oväntade överväganden när man planerar hur man skall landa på kometen senare i år - inte minst vilken del av kometen som bör väljas för en landning. Denna historiska touchdown är för närvarande planerad till den 11 november. Se mera på [BBC News](#) .

### 17 juli Trolig nedskjutning i Ukraina.

Endast fyra månader efter det fortfarande oförklarade försvinnandet av MH370 i Indiska oceanen har Malaysian Airlines drabbats av en ny katastrof. MH17, en Boeing 777, hade startat från Amsterdam och var på väg till Kuala Lumpur över det oroliga östra Ukraina när det sköts ner med en rysk Sa-11/17 Buk Surface-to-Air missil. Det är oklart vilka de ansvariga bakom denna nedskjutning var även om tecken pekar på ett vådaskott från pro-ryska separatister.

### 18 juli Många vill till Mars.

[Times of India](#) säger att Indien skulle kunna göra en expedition till Mars någon gång "mellan 2017 och 2020" beroende på resultaten från sin Mars Orbiter Mission som nu är på väg till planeten. Enligt [AP](#) vill dessutom Förenade Arabemiraten UAE skicka ett obemannat rymdskepp till Mars 2021. Artikeln påstår att UAE också önskar en "pan-arabisk rymdorganisation liknande den europeiska ESA. [KPIX-TV](#) rapporterar på sin websida att efter tre års forskning har forskare på NASA Ames Research Center annonserat att en modifierad bemannad version av Dragon X kapseln Red Dragon, se nedan, från Space X skulle kunna vara ett sätt att nå den röda planeten och återkomma med prov från planetens yta. Detta skulle kunna ske 2022 och vara en förberedelse för en bemannad expedition till Mars.

Hur som helst så förefaller det som om marsianerna, om det finns några, riskerar att få många objudna besök.



*Red Dragon crew carrying capsule (Credit SpaceX)*

## Nya stridsdrönare och två år på Mars

### 20 juli Frankrike och Storbritannien investerar 150 miljoner euro i utvecklingen av stridsdrönare.

Enligt den spanska NOTICIAS DE ACTUALIDAD AEROESPACIAL (aaeroespacial@financialcomunicacion.e.telefonica.net) slöt försvarsministrarna i Frankrike och Storbritannien, Jean-Yves Le Drian och Philip Hammond, förra veckan på flygutställningen i Farnborough en överenskommelse att de båda länderna kommer att investera 150 miljoner euro för att utveckla ett obemannat stridsflygplan. Företagen Dassault Aviation och BAE Systems förväntas börja projektet nästa höst.

Företagen kommer att lägga fram resultaten av erfarenheterna med den teknik som utvecklats i stridsdrönaren Neuron av det franska företaget, och Taranis, det motsvarande brittiska. Snecma och Rolls-Royce kommer att delta när det gäller motorer och Thales och Finmeccanica-Selex ES inom området för integrerade sensorer och elektroniska system.

Den första provflygningen planeras 2020 och planet skall tas i bruk år 2030.

### 31 juli Hur kolibrier inspirerade militära drönare.

Black Hornet är en minidrönare som används av den brittiska militären. Den använder en liten videokamera för spaning och har en räckvidd på någon kilometer. Kolibrier har kraftiga flaxande vingar, som tillåter dem att stå stilla i luften. Forskare vill nu efterlikna deras



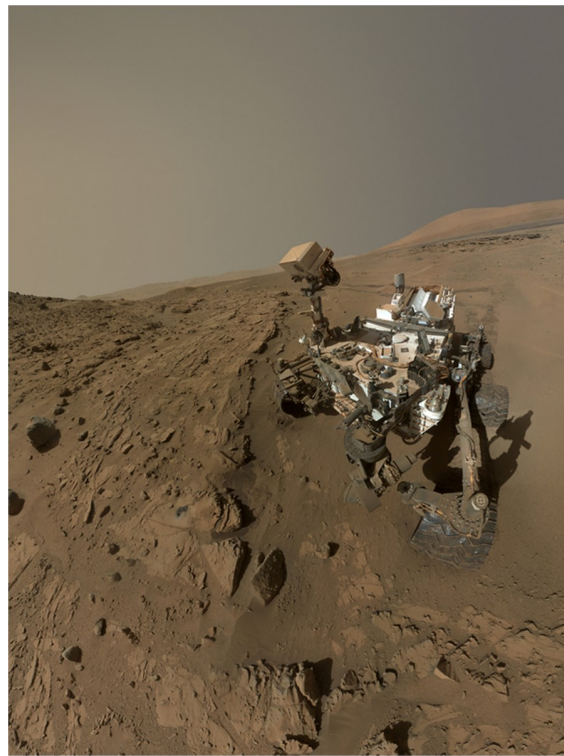
vingar för att öka effektiviteten hos små drönare. Man har därför provat vingar från tolv olika typer av kolibrier och funnit att en av dem, Annas kolibri eller Calypte Anna, genererar betydligt mindre luftmotstånd, men

kan skapa starkare lyftkrafter än en roterande vinge. Läs mera på [Christian Science Monitor](#).

### 4 aug Curiosity två år på Mars.

För två år sedan höll stora delar av världen andan när NASAs Curiosity Rover landade på Mars i en djärv manöver. Den har gjort flera upptäckter som ökat forskarnas förståelse av Mars. Det huvudsakliga målet för Curiositys uppdrag är att avgöra om Mars någonsin har kunnat stödja biologiskt liv. Analys av borrade prover visar att planeten kunnat vara beboelig för miljarder år sedan, sannolikt med vatten godartat nog att dricka. Roboten har kört totalt cirka 9 km på den röda planeten sedan den startade från Yellowknife Bay. Målet är Mount Sharp och bergets bas ligger fortfarande 3-4 km bort. Man förväntar sig att komma dit i slutet av 2014. NASA planerar att lansera en ny Mars Rover starkt baserad på Curiosity 2020.

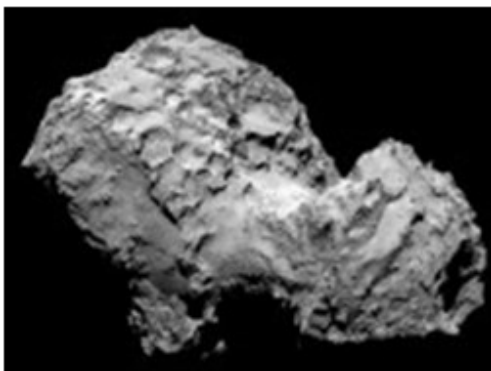
Läs mer på [SPACE](#).



*Curiosity har det inte lätt i öknen på Mars*

## Rosetta når fram, A350 klar och supersvart material

### 6 aug "Rosetta" når sitt mål efter tio års resa.



Den Europeiska rymdorganisationen (ESA) meddelar att Rosetta nu flyger omkring hundra kilometer från klipporna på kometen 67P/Churyumov Gerassimenko även kallad Tan. Rosetta-sonden har förvärvat några sensationella nya bilder av kometen den jagar genom rymden. Som tidigare meddelats, se ovan 15 juli, visar bilderna att 67P/Churyumov-Gerasimenko verkar vara inte en men två föremål.

"Rosetta" är den första rymdfarkost någonsin, som kommit så nära en komet. Sedan uppskjutningen den 2 mars 2004, har "Rosetta" rest mer än sex miljarder kilometer. Hon har passerat förbi jorden tre gånger och även Mars för att få ny fart i sin bana. Alla system ombord på sonden har varit avstängda för att spara energi men sedan den 20 januari, 2014 har den återigen varit vaken.

"Rosetta" och Tan flyger nu med en hastighet på cirka 55 000 kilometer per timme på den starkt elliptiska omloppsbanan runt solen och tillbaka ut i rymden mot Jupiter. Just nu är de 405 miljoner kilometer från jorden, halvvägs mellan Jupiter och Mars. "Rosetta" flyger på en triangulär sökväg runt Tan där varje arm är hundra kilometer lång och närmar sig Tan, tills hon kommer inom dess gravitation. För varje hundra kilometer behövs tre till fyra dagar.

I november 2014 står man inför den största utmaningen då "Rosetta" skall landa ett mini laboratorium Philae på Tan - den första landningen på en komet över huvudet taget. Tills dess, kommer sonden att ytterligare utforska kometen och förhoppningsvis hitta en lämplig landningsplats.

### 12 aug Airbus A350 snart klar för leverans

Efter en intensiv fjorton månaders fas av flygförsök förbereder sig Airbus nu att leverera sitt svar på Boeing 787 Dreamliner. Mycket hårt arbete återstår dock. Airbus har lovat investerare att börja göra en vinst på den nya planet på bara några år efter att ha misslyckats att göra det på sitt jätteplan A380. Det senare är populärt bland passagerare men har visat sig svårt att få lönsamt. Airbus hade för övrigt sitt bästa år någonsin på utställningen i Farnborough, där man fick order på 496 flygplan. Av dessa var 121 för den nyligen lanserade A330neo. Konkurrenten Boeing fick 201 order på mäs-san.



### 13 aug NASAs supersvarta material till ISS.

NASA har sänt sin egen supersvarta nano-beläggning upp till den internationella rymdstationen för att testas där. Forskare från Surrey Nanosystems i Storbritannien har skapat ett supersvart material, som kan absorbera 99,96 procent av infallande strålning. Det kallas Vantablack och består av kolnanorör. Avsikten är att förbättra optiska instrument genom att göra dem mer känsliga. NASA kommer att använda det för att absorbera oönskat ljus i teleskop. Beläggningen är 10.000 gånger tunnare än ett hårstrå.

## Ryska militära satelliter, eldrivna vertikalstartande flygplan, solsegel och Galileo hamnar fel.

### 14 aug Ryssland avser att bygga hemliga militära kommunikationssatelliter.

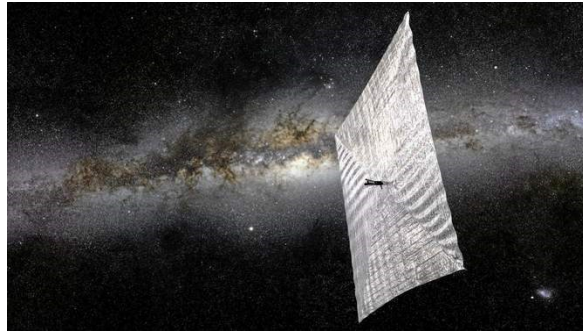
Ryssland överväger att skapa ett nytt satellitsystem för överföring av hemliga militära kommunikationer i ett försök att återuppstå som en global militär makt. Landets kommunikationsmöjligheter i rymden har försämrats sedan Sovjetunionens fall. Den ryska rymdorganisationen Roscosmos måste nu förlita sig delvis på NASAs infrastruktur för att kommunicera med sina bemannade rymdfarkoster. Detta kan bli problem med tanke på de ökande spänningarna med USA efter Ukraina-krisen. Det nuvarande utkastet till ryskt rymdprogram för 2016-2025 innehåller planer på att skapa ett nytt satellitsystem som skulle återställa Rysslands kommunikationsmöjligheter enligt [Moscow \(RUS\) Times](#).

### 14 aug Eldrivet VTOL undersöks för publika transporter.



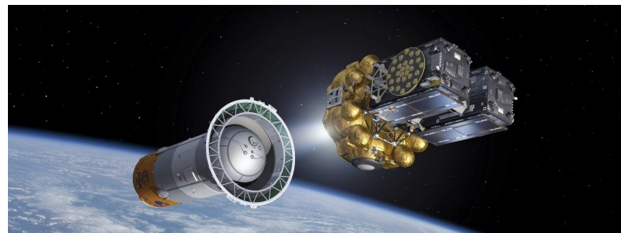
[Aviation Week](#) skriver att Stanford University och NASA studerar ett vertikalt start och landande (VTOL) regionalflygplan kallat Hopper med batteri, bränsleceller eller hybridelektrisk framdrivning. Hopper är avsedd för extrema kortdistansflygningar mindre än 200 km som ett alternativ till transporter på väg och järnväg i belastade stadsområden. Elektrisk framdrivning är tyngre, men energianvändningen är mycket lägre än för turbodrivna flygplan. Ny batteriteknik har gjort det möjligt. Planet har tolv eldrivna propellrar och skall flyga med 200 mph. Det använder fem gånger mindre energi än en bil och tio gånger mindre än en helikopter.

### 14 aug Rymdskepp med solsegel



[Pasadena \(CA\) Star-News](#) skriver att The Planetary Society, den största rymd intressegruppen i världen, nyligen meddelade att SpaceX:s Falcon Heavy kommer att skicka upp LightSail i rymden runt maj 2016. Det är ett 344 kvadratmeter ultratunnat segel av materialet Mylar och förväntas vara synligt från marken när det färdas i medelhög omloppsbana. Till skillnad från traditionella kemiska raketer, gör solenergisegling att små rymdfarkoster inte behöver något bränsle eftersom solen ger energi för framdrivning.. LightSail är byggd med tre CubeSats, en standard design baserad på ca 4-tums kuber. CubeSats är relativt billiga och kan köpas online.

### 24 aug Galileo hamnar fel



ESA medger att två satelliter avsedda för det nya europeiska GPS-systemet Galileo har hamnat i fel omloppsbana efter en uppskjutning med en rysk Soyus-raket från Kourou i franska Guayana. Vad man kan göra åt problemet är oklart. Möjligen kan satelliterna ändå användas som tänkt. De båda satelliterna var nummer 5 och 6 av totalt 30 satelliter i systemet. Avsikten är att Europa skall få ett eget GPS-system. USA och Ryssland har det redan. Preliminärt verkar felet ha varit i raketens övre steg.



## Newton och reaktionskraften

**Isaac Newton 1642-1727**



$$F = \dot{m}V_j$$

**Kraft=massflöde (kg/s) x strålhastighet (m/s)**

Det brukar sägas att det enkla är det geniala och det finns några enkla ekvationer, som betytt mycket i människans historia. Den mest välkända är antagligen Einsteins  $E=mc^2$ , som talar om hur mycket energi som finns bunden i atomen och frigörs när en atombomb exploderar. Den ekvation, som ligger till grund för flygtekniken är lika enkel och av minst lika omvälvande betydelse. Den upptäcktes av den engelska vetenskapsmannen Isaac Newton på 1600-talet, se bild ovan.

Det var en tid då den vetenskapliga revolutionen började ta fart i Europa och det var med förväntan men också med onda aningar, som den unge astronomen Edmund Halley steg ur diligensen i Cambridge. Han skulle träffa Isaac Newton.

Newton (1642-1727) räknas jämte Einstein och Arkimedes till de största genierna genom tiderna. Han är också intressant därför att han är upphovet till myten om den galne vetenskapsmannen, något som har blivit en del av populärkulturen.

Newton var verkligen originell. Född som bondpojke kom han, efter en olycklig barndom, till universitetet i Cambridge som artonåring. Där beslutade han sig för att leva i celibat och blev efter intensivt arbete professor i matematik vid 28 års ålder. Under dessa tio år gjorde han de flesta av sina vetenskapliga upptäckter men publicerade inget för att slippa slöseri med tid och diskussioner med folk, som ändå inte begrep vad han höll på med.

Newton var ytterst opraktisk och han misstänkte alla människor men älskade djur. När hans katt fick ungar såg han till att varje unge fick sitt eget hål i ytterdörren. Han drog sig inte ens för att experimentera på sig själv till exempel genom att sticka sig i ögat med en nål för att studera de färgade ringar som då uppstod. Han glömde ofta att äta, gick i trasiga skor med nedhasade strumpor och det okammade håret hängande till axlarna, visande alla tecken på intellektuell briljans. Universitetet krävde förståndigt nog bara en föreläsning om året av honom men den var sådan art att studenterna oftast tacksamt uteblev.

Till slut publicerade han ett arbete om optik där han hävdade att ljuset var en ström av partiklar. Olyckligtvis hävdade en annan professor, Robert Hooke, att ljuset var en våg och kritiserade Newton. Långt senare visade Einstein att ljuset kunde vara bådadera men Newton blev så förolämpad över Hookees kritik att han beslöt att sluta med vetenskap. Han utsåg Hooke till sin dödsfiende och när han långt senare efterträdde honom som ordförande i vetenskapsakademien Royal Society såg han till att alla porträtt av Hooke försvann därifrån.

Newton gick nu över till astrologi och religion. I tjugo år försökte han framställa guld ur kvicksilver och beräkna datum för jordens skapelse utifrån bibeln. Detta visade sig emellertid omöjligt även för en person med hans kapacitet och ledde till flera nervsammanbrott.

Sådant var läget när Halley steg ur diligensen i Cambridge. Han ville fråga Newton om han visste banan på en planet som rörde sig runt solen. Han väntade sig halvt om halvt att bli utsparkad men till hans lättnad tog den besvärlige Newton vänligt emot honom och förklarade att banan var en ellips. På Halleys fråga hur han kunde veta det, svarade Newton att han beräknat det för länge sedan men att han måste leta i sina papper.

När Newton väl börjat rota i sina gamla papper vaknade hans gamla intresse och han började arbeta intensivt. Resultatet blev hans berömda bok Principia Mathematica, en av historiens mest omvälvande verk publicerad 1687.

Man hade länge funderat över varför kroppar rör sig. Aristoteles (384-322 f Kr) ansåg att en kropp måste utsättas för en ständig kraft för att fortsätta röra sig. Han trodde att luften av sig själv delade sig framför kroppen och slöt sig bakom den och på så sätt tryckte den framåt. Tanken levde vidare i 2000 år men år 1590 fann Galileo Galilei genom experiment att en kropp, som en gång kommit i rörelse fortsätter att röra sig även om den inte utsätts för några krafter.

Det uppenbarades nu av Newton att den kraft, som krävs för att röra en kropp är proportionell mot ändringen av kroppens impuls (massa x hastighet). Av detta följer att reaktionskraften hos en utströmmande vätska eller gas är lika med massflödet gånger strålhastigheten. Kraften hos en stråle med massflödet ett kilo per sekund och hastigheten en meter per sekund kallas därefter för en Newton. Det är den ekvationen, som gör att vi kan flyga. Våra flygplan och raketer baseras på reaktionskraften. Med vingar eller motorer accelereras en stråle och reaktionskraften driver och lyfter farkosten.

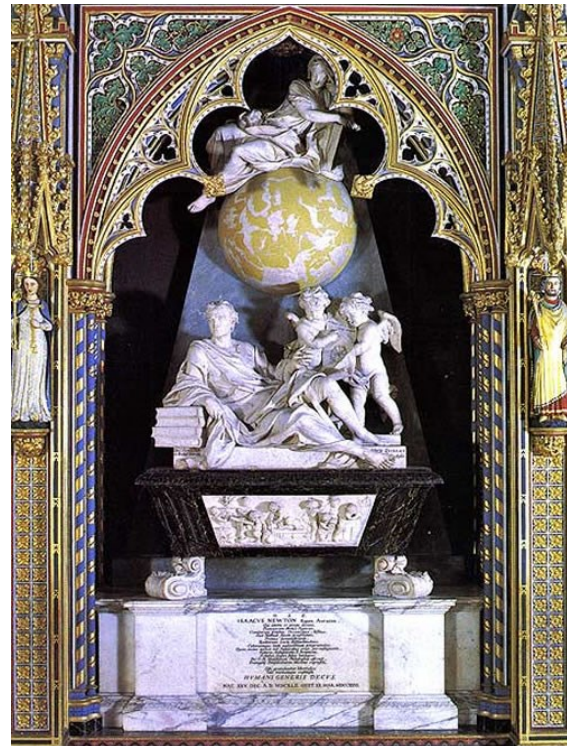
Newton blev nu en världskändis och valdes till parlamentet där han lade en enda motion, att man borde stänga ett dragigt fönster. Han tappade lusten att återvända till Cambridge, tog jobb på myntverket, avancerade till direktör, utrotade ett antal falskmyntare, grälade med allt och alla och begravdes till slut i ett praktfullt maosoleum i Westminster Abbey. Efter hans död upptäckte man att kroppen innehöll stora mängder kvicksilver efter alla år med guldmakeri.

I slutet av sitt livet invecklade han sig också i ett stort gräl med tysken Gottfried Leibniz om vem av dem, som

först upptäckte differentialkalkylen. Denna matematiska gren handlar om hur snabbt saker förändras och är en av de största uppfinningarna i matematiken.

Twisten kom att sysselsätta de två stridstupparnas anhängare lång tid efter deras död och är en av de mest kända i matematikens historia. Det är högst troligt att de upptäckte metoden oberoende av varann.

Reaktionskraften som sådan var förstas känd långt före Newton. Enkla vattendjur använde den för att ta sig fram för många hundra miljoner år sedan. Maneterna är kanske det bästa exemplet där de drar ihop sig och pumpar vatten bakåt. Insekterna lärde sig flyga med reaktionskraft för 400 miljoner år sedan och fåglarna för 150 miljoner år sedan. Men förklaringen hur det hela fungerar kommer från den gamle hippien Isaac Newton.



*Newton's grav i Westminster Abbey.*



## 5. Candy och lejonet

Varken böner eller hotelser hjälpte. Onn fortsatte att irra runt på savannen pipande som en vettskrämd mus som inte hittar sitt hål.

-Det går inte, ropade min fru och kastade sig bakåt i sätet. Hon lyssnar inte. Vad ska vi göra?

Jag såg hur svetten blänkte på hennes kala huvud och rann över antennens svarta band. Hon svettades alltid mest i pannan. Hon tog av sig glasögonen och torkade svetten ur ena ögat medan hon gav mig en mörk blick ur det andra. -Alltihop är ditt fel! ropade hon för att överrösta Onns pipande. Vad tänker du göra åt det här?

-Jag kan väl inte hjälpa att de där bufflarna angrep oss! ropade jag tillbaka. De borde vara glada att få vara här på savannen. Annars hade de ju varit utrotade för länge sen som alla andra djur.

Jag kände mig faktiskt besviken på bufflarna. Många människor på Jorden kände skuld över hur vi förr hade behandlat djuren. Vi hade ju till och med ätit dem. Nu när vi ville vara deras vänner borde de också vara vänner med oss.

-Skyll inte på dem, fräste min fru. Du svor åt Onn och nu vill du inte göra något.

-Något ska väl en robot tåla! skrek jag argt med Onns pipande ringande i öronen. Nu struntar jag i det här! Ni bryr er ju ändå inte om vad jag säger.

Jag var nu nästan säker på att jag mådde illa efter nanos-teken på rastplatsen och det retade mig att min fru haft rätt som vanligt när hon varnat mig. Ilsket började jag bryta mig in i Onns kylskåp för att få tag i en öl. Jag förstod att det var meningslöst att be Onn om något men som tur var hade någon glömt kvar en gammaldags inte självdragande skruvmejsel. En sådan kan användas till mycket. Min fru såg missnöjt på när jag äntligen lyckades peta ut en ölburk. Jag öppnade takluckan och ställde mig upp på sätet med burken i handen. Det kändes skönt när fartvinden smekte mitt huvud.

Jag hörde hur min fru därnere skärpte tonen mot Onn. Hon var bättre än mig på att få sin vilja igenom, gammal lärare som hon var. Ungarna hade ju blivit värre och värre ända sedan Sokrates tid eller åtminstone sedan vi själva gick i skolan.

Alla försök att ersätta mänskliga lärare hade misslyckats. En robot kunde anpassa sig till en enskild människa genom att läsa av kroppsspråk och fysiologiska signaler som heta och färg på huden, svettning och röstens amplitud och fre-

kvens men svårigheten att hantera en hel grupp ökade med minst två upphöjt till antalet. Man hade ännu inte lyckats göra en robot, som kunde hålla ordning på en motsträvig klass och ännu mindre få den intresserad. En robot kan en väldig massa men förstår ingenting och man kan inte lära ut något man inte förstår.

Nu hade jag hört att Plurimax experimenterade med att föra över kunskaper direkt genom antennen och ta betalt för varje överförd bit. Men jag tvivlade. Problemet var ju att få ungarna att ha på sig den. Kontroll är bra men skön att slippa, tänkte jag och kände på mitt eget antennlösa huvud.

Ett skruvhornat kreatur tog just ett högt skutt åt sidan och såg anklagande efter oss. Onn körde hänsynslöst rakt igenom flockarna av gräsätande djur så att de flydde åt alla håll. Där fanns djur så små att de nästan försvann i gräset och andra upp till bufflars storlek. En del hade långa skruvade horn andra korta och krökta. En del var bruna och andra skiftade i grått och svart. Några hade platta och svarta ansikten, som de förvånat vände mot oss.

De konstigaste av alla var de svart- och vitrandiga. Underligt nog verkade de på avstånd vara nästan bruna och smälte bra in i det grova gräs där de höll till. För det fanns gräs av många olika slag. Gräs med duniga blad, taggar och vålluktande blommor och med ett överflöd av spiralvridna fröskidor eller gräs med fingerliknande blommande knippen på varje stam.

Vi for uppför en sluttning med glesa träd. En del liknade paraplyer som körts ner i marken på sitt skaft. Andra hade mycket tjock stam och stubbiga grenar, som om de ställts på huvudet med roten upp. Skogen var gles och vi hade fri sikt genom den men jag var ändå rädd att Onn i sin panik skulle köra in i något av de snår med låga, taggiga, hopväxta buskar, som fanns längs sluttningen. Men hennes laserradar fungerade och hon svängde elegant runt dem.

När vi kom över krönet höll vi på att köra på det största djur jag någonsin sett. Det höll just långsamt och omständligt på att dra upp ett träd med roten när vi kom farande och jag hörde hur det knakade när trädet knäcktes. Onn kastade sig åt sidan i sista sekunden och djuret vände sig klumpigt om och såg efter oss med hotfullt bakåstrukna öron. Det gråa skinnet hängde och slängde som om det varit för stort för kroppen och nosen hade dragits ut mellan två sabelliknande betar så att den hängde nästan till marken. Det är otroligt vilka former utvecklingen på Jorden åstadkommit. Hur kommer varelserna på Mars att se ut efter lika många miljoner år?



Vi lämnade djuret bakom oss och försvann nerför nästa sluttning. Burken kändes kall och skön i min hand där jag stod. Jag sade förväntansfullt åt den att öppna sig men inget hände. Överallt dessa motsträviga maskiner, tänkte jag förargat och såg närmare på den. Där fanns en ring, som jag inte förstod vad den skulle vara till. Kanske kunde man öppna burken om man drog i den.

Det visade sig vara lättare tänkt än gjort. Jag var tvungen att hålla mig fast med åtminstone en hand i den gungande bilen och det visade sig omöjligt att öppna burken med bara den andra. Men så kom vi ut på jämnare mark. Jag drog i ringen och då öppnade sig verkligen ett hål ner till ölet. Jag drog in den mustiga doften av vallmo och kände redan smaken på tungan.

Men just som jag skulle ta den första klunken plingade det till i glasögonen och en röst frågade om jag ville uppgradera operativsystemet. Sådana frågor kommer alltid när de är minst önskade. När jag inte svarade genast började glasögonen blinka, först långsamt sedan allt snabbare och sedan i otakt mellan höger och vänster. Desperat tog jag burken från munnen och skrek att jag tillät uppgraderingen.

Glasögonen klarnade och vi rundade några buskar. Nu ska jag väl äntligen få mitt öl, tänkte jag. Medan jag höll mig fast med ena handen höjde jag burken med den andra och skulle just börja dricka när Onn gjorde ett tvärstopp. Jag höll på att ramla framlänges ur bilen och spillde ut halva burken över mig.

Jag kände hur det kalla ölet rann innanför skjortan och skrek rasande till Onn. Så tittade jag ner framför bilen och såg några stora gulaktiga djur i det nedplattade gräset. Jag kände genast igen dem från alla gamla halv nedvittrade monument, som jag sett. Det var en lejonfamilj som halvsov i gräset. Inget annat djur är så mycket

avbildat på Jorden.

Jag hörde hur Onns motor varvade upp. Plötsligt slutade hon med sitt pipande och i något som liknade panik började hon nervöst beskriva lejonens familjeliv. Det verkade mycket fördelaktigt för den manliga parten. Åtminstone så länge det inte fanns några andra hanlejon i närheten.

Min fru stack upp huvudet genom takluckan för att se vad som hänt. En lejoninna var just på väg mot de andra lejonerna med hängande huvud. Ett jättestort hanlejon lyfte slött på huvudet och såg likgiltigt på henne.

-Stackars lejon, sa min fru. Hon har inte fått tag på någonting. Nu får ungarna inget att äta. Fast det hade väl ändå inte blivit något över när den där latmasken där borta fått sitt.

Latmasken ifråga kastade en sömning blick på Onn men lade sedan huvudet på framtassarna och slöt ögonen. Jag riktigt såg hur han suckade förnöjt och här stod jag blöt av öl, som jag aldrig fått dricka. Om jag inte hade tagit av mig antennen så hade Cyberanden säkert avstyrat mitt tilltag och allt som sedan hände hade inte hänt, men nu gick det som det gick. Utan att tänka mig för kastade jag den halvtomma ölburken i huvudet på lejonhannen. Burken träffade mitt mellan ögonen på honom och studsade långt ut i gräset.

Jag har alltid trott att katter behöver sträcka på sig innan de vaknar men så inte den här. I ett enda svepande språng kastade den sig rakt upp på bilen med öppet gap och utspärrade klor. Det sista jag såg var de väldiga huggtänderna i det dreglande gapet och de vilda ögonen i den rynkade pannan innan jag sjönk ner bakom rutan.

Onn gungade till och åkte bakåt av stöten. Lejonet fick framtassarna på översidan av takluckan och var på väg att klättra in i den öppna bilen. Jag och min fru kastade oss ner på sätet där vi hamnade i en hög ovanpå varandra. Som tur var halkade lejonet med baktassarna på glaset och gled ner så att det stod på bakbenen och klöste på rutan.

Ett hjärtskärande skrik skar i mitt öra. Det var min fru, som skrek.

-Candy, hjälp!!

När människor på Jorden råkar i verklig nöd ropar man på sitt magnetogram.

Halvliggande i sätet såg jag Candy dyka upp. Hon stod på instrumentbrädan och stirrade lejonet på andra sidan rutan i ögonen medan hon visade tänderna. Lejonet hejdade sig och stirrade förbluffat på den gröna skepnaden. Så stod de i flera sekunder och mätte varandra med blicken.



Så såg jag lejonet lyfta sin väldiga ram. Omedvetet hukade jag mig när slaget kom för det hade kunnat fälla en buffeltjur. Jag såg den stora tassan med sina nästan decimeterlånga klor vina mot Candy. Den dunsade in i rutan och jag såg den plattas till mot glaset och bli nästan dubbelt så stor. Sprickor i alla regnbågens färger spred sig över rutan. Slaget var så våldsamt att lejonet av bara farten åkte av motorhuvuven och med ett klagande tjut blev hängande med framtassen i backspeglens, som bröts av tyngden.

Onns föredrag om lejonens familjeliv hade nu kommit upp i samma hastighet som en sportkommentators efter ett segermål. Hennes elmotor skrek på fullt varv fast hon inte rörde sig ur fläcken. Så tystnade hon tvärt. Jag såg hur Candy liksom vibrerade och kände hur håret reste sig på huvudet på mig som i ett starkt magnetfält. Det luktade bränt någons ifrån, men motorn fortsatte på tomgång i högsta varv.

Plötsligt rycktes vi bakåt så häftigt att jag gled ner på golvet framför sätet. Bilen gungade till som om vi kört över en sten och jag hörde ett nytt klagande tjut från lejonet. Onn fortsatte med rasande fart bakåt och när jag stack upp huvudet upptäckte jag till min fasa att hennes framhjul verkade ha låst sig så att vi backade runt i en cirkel runt lejonfamiljen. De hade satt sig upp och vände sig runt på baken medan de intresserat följde hur vi studsande och krängande kretsade runt dem i gräset.

Lejonhannen piskade med svansen och följde rytande efter oss, men jag såg att han haltade svårt på ena frambenet. Han gjorde några försök att hinna ifatt oss, men gav upp och satte sig resignerat ner medan han höll upp sin onda tass. När vi närmade oss efter att ha fullbordat varvet, flyttade han sig motvilligt och linkade gnyende iväg till sin familj. Den största av honorna slickade honom tröstande på nosen medan hon förebrående betraktade oss.

Men plötsligt tycktes hon bestämma sig för att det nu fick vara nog. Hon närmade sig hotfullt murrande och de andra

honorna följde efter medan hannen satt kvar och slickade sin tass. Onn fortsatte att backa i cirkel och var alldeles tyst. Bara dånnet från motorn hördes.

-Knappen, ropade min fru. Tryck på knappen! Vi måste få slut på det här!

Jag lyckades mödosamt sätta mig upp i den skumpande bilen och hamnade mitt i Candy, som motvilligt flyttade sig. Jag tryckte på den röda knappen som kopplade om till manuell kontroll. Jag hade ingen aning om vad som kunde hända och var helt oförberedd när ratten åkte ut och slog mig i mellangärdet så att jag tappade andan. Men bilen stannade och motorvarvet sjönk till ett spinnande.

-Kör, skrek min fru i mitt öra medan jag höll mig för magen och hopkrupen försökte dra andan. Med en grimas tog jag tag i ratten och försökte vrida den. Det var omöjligt. Den satt fast. Jag trampade på en pedal på golvet. Den bara sjönk igenom. Plötsligt kom jag ihåg att Onn hade registrerat min fru som förare.

-Försök du, ropade jag över axeln.

Vi bytte plats och min fru tog ratten. Den gick runt. Hon trampade på pedalen. Motorn svarade.

-Hur ska jag göra? ropade hon. Jag har aldrig kört en bil. Ska jag be Cyberanden om hjälp, jag har ju antenn?

-Nej, fråga Candy, skrek jag tillbaka.

Det tog nästan en halv minut medan lejonen försiktigt närmade sig innan Candy lyckades hitta en körhandbok någonsans i cyberrymden. Jag hörde hur min fru fick instruktioner av henne i sina glasögon. Hon förde fram en spak och bilen började rulla framåt. Vi körde rakt mot lejonen, som motvilligt släppte fram oss. Radarn både framåt och bakåt var död och jag förstod nu varför bilen hade backspeglar. I den, som fortfarande var hel, såg jag hur lejonen satt på rad och såg efter oss. Inte vet jag vad de tänkte.

Efter en stund kom vi fram till en stig. Min fru ökade farten och jag tyckte att hon var alldeles för nära kanten. Det höga gräset strök mot bilsidan i kurvorna och ibland höll vi på att tippa över.

-Kör inte så fort! ropade jag när hon häftigt vred på ratten för att väja för en grop.

Som av ett under kom vi ändå fram till en större väg, som sträckte sig spikrakt fram över savannen.

-Kör ditåt, sa jag och pekade. Vi borde köra norrut med solen i ryggen för där fanns rörledningen, tänkte jag.

Min fru svängde in på vägen och ökade farten ännu mer. Hon körde nu med entusiasm med Candy bredvid sig. Bara fartvindens brus och motorns låga surrande hördes. Hon såg sig triumferande om över axeln. Hon såg lycklig ut bakom de mörka glasögonen. Jag tyckte fortfarande att det var jag, som borde ha kört, men det verkade ju faktiskt som om hon klarade det. Frågan var bara vart den här vägen gick.